

TUGAS AKHIR



EVALUASI KELONGSORAN DAN STABILITAS LERENG PADA PROYEK PEMBANGUNAN *WORKSHOP* DI KARANGJOANG, KALIMANTAN TIMUR

SAEFUDDIN SAID

3112106006

JAMES MARTINUS T

3112106019

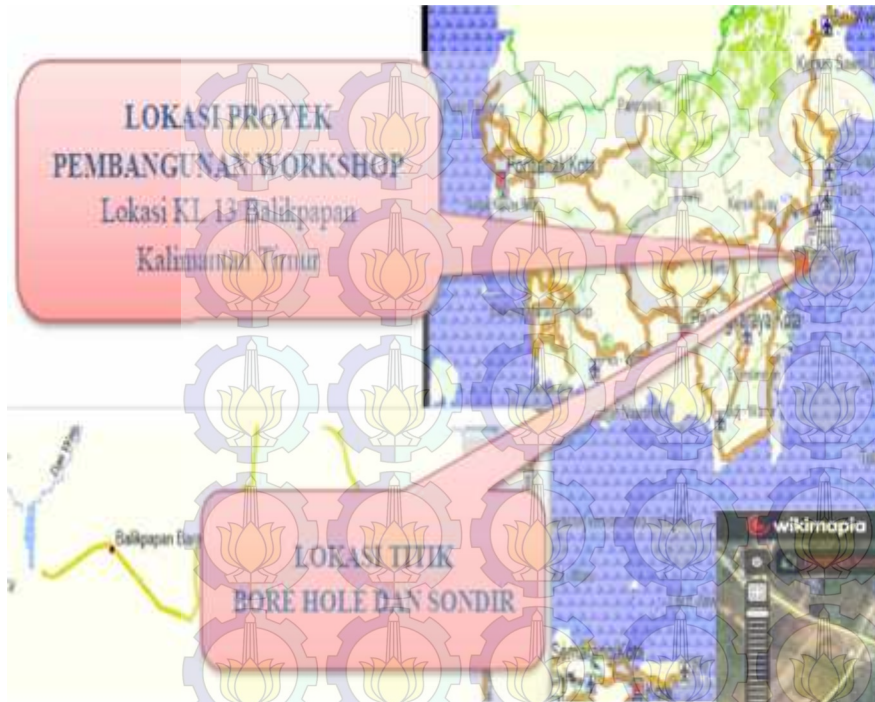
DOSEN PEMBIMBING

Dr. YUDHI LASTIASIH ST., MT.

Prof. Ir. INDRASURYA B. MOCHTAR, MSc., PhD

PROGRAM STUDI SARJANA LINTAS JALUR JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2014

LOKASI PENELITIAN



Lokasi penelitian pada proposal tugas akhir ini adalah di desa Karangjoang Kecamatan Balikpapan Utara, Balikpapan, Kalimantan Timur, berbatasan langsung dengan Kab. Kutai Kartanegara.

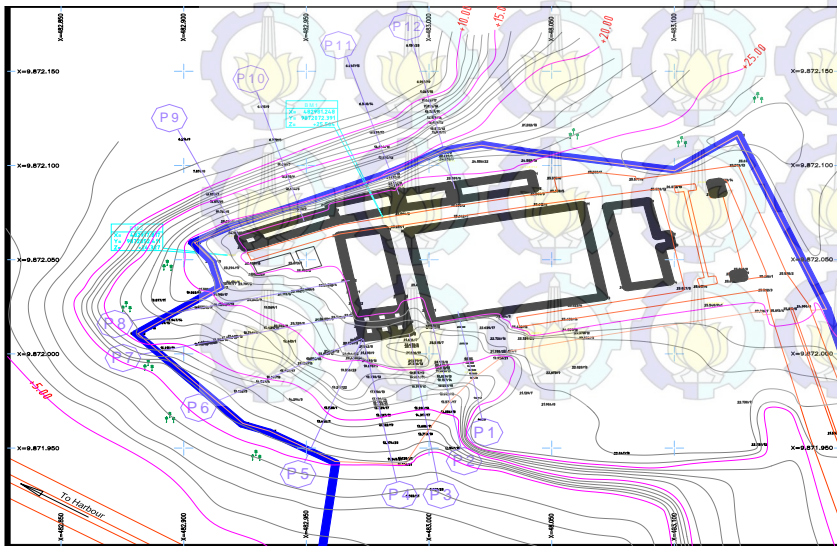
PROYEK PEMBANGUNAN WORKSHOP KARANGJOANG





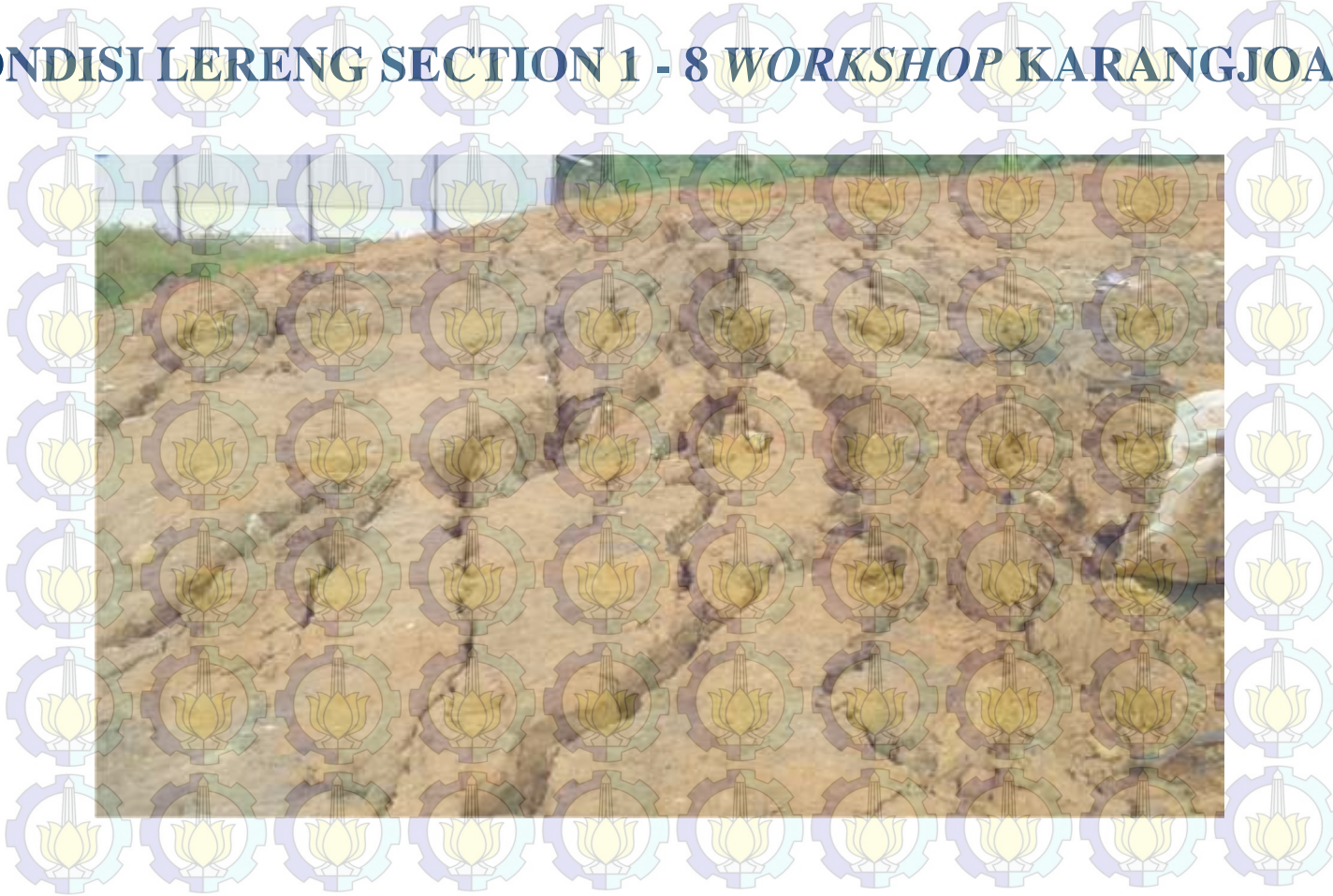
Alasan tugas akhir ini diteliti yaitu:

- Berdasarkan data yang ada, hasil pengeboran di lokasi menunjukkan bahwa lapisan tanah dominan lempung sampai kedalaman 18 m.
- Untuk membantu mencegah terjadinya longsor di kemudian hari. Terjadi gangguan stabilitas lereng yang mungkin timbul karena berbagai faktor, seperti angin, hujan yang menyebabkan muka air tinggi, penambahan beban bangunan di atasnya, bencana alam, dll.
- Pada lereng yang longsor direncanakan beberapa alternatif perkuatan tanah yang paling efektif sebagai proteksi bukit.





KONDISI LERENG SECTION 1 - 8 WORKSHOP KARANGJOANG





KONDISI LERENG SECTION 9 - 12 WORKSHOP KARANGJOANG





1. Bagaimana bentuk kontur dan lapisan-lapisan tanah yang ada di Karangjoang?
2. Apa penyebab terjadi longsor pada sisi yang lebih landai, sedangkan di sisi yg lebih terjal tidak terjadi longsor?
3. Bagaimana menentukan jenis alternatif perkuatan tanah yang cocok pada *cross section* 1 - 8 untuk penanganan longsor ?
4. Mencari jenis alternatif perkuatan tanah yang cocok untuk kondisi tanah pada *cross section* 9 - 12 di desa Karangjoang, apabila memang akan terjadi kelongsoran dan apabila tidak, maka tetap dianggap terjadi longsor yang mungkin disebabkan oleh angin, hujan yang menyebabkan muka air tinggi, penambahan beban bangunan di atasnya dan bencana alam di kemudian hari.



1. Mengetahui bentuk kontur dan lapisan-lapisan tanah yang ada di Karangjoang.
2. Mengetahui penyebab terjadi longsor pada sisi yang lebih landai, sedangkan di sisi yg lebih terjal tidak terjadi longsor.
3. Menentukan jenis alternatif perkuatan tanah yang cocok pada *cross section* 1 - 8 untuk penanganan longsor.
4. Mengetahui jenis alternatif perkuatan tanah yang cocok untuk kondisi tanah pada *cross section* 9 - 12 di desa Karangjoang, Balikpapan sebagai pencegah kelongsoran.



Batasan Masalah:

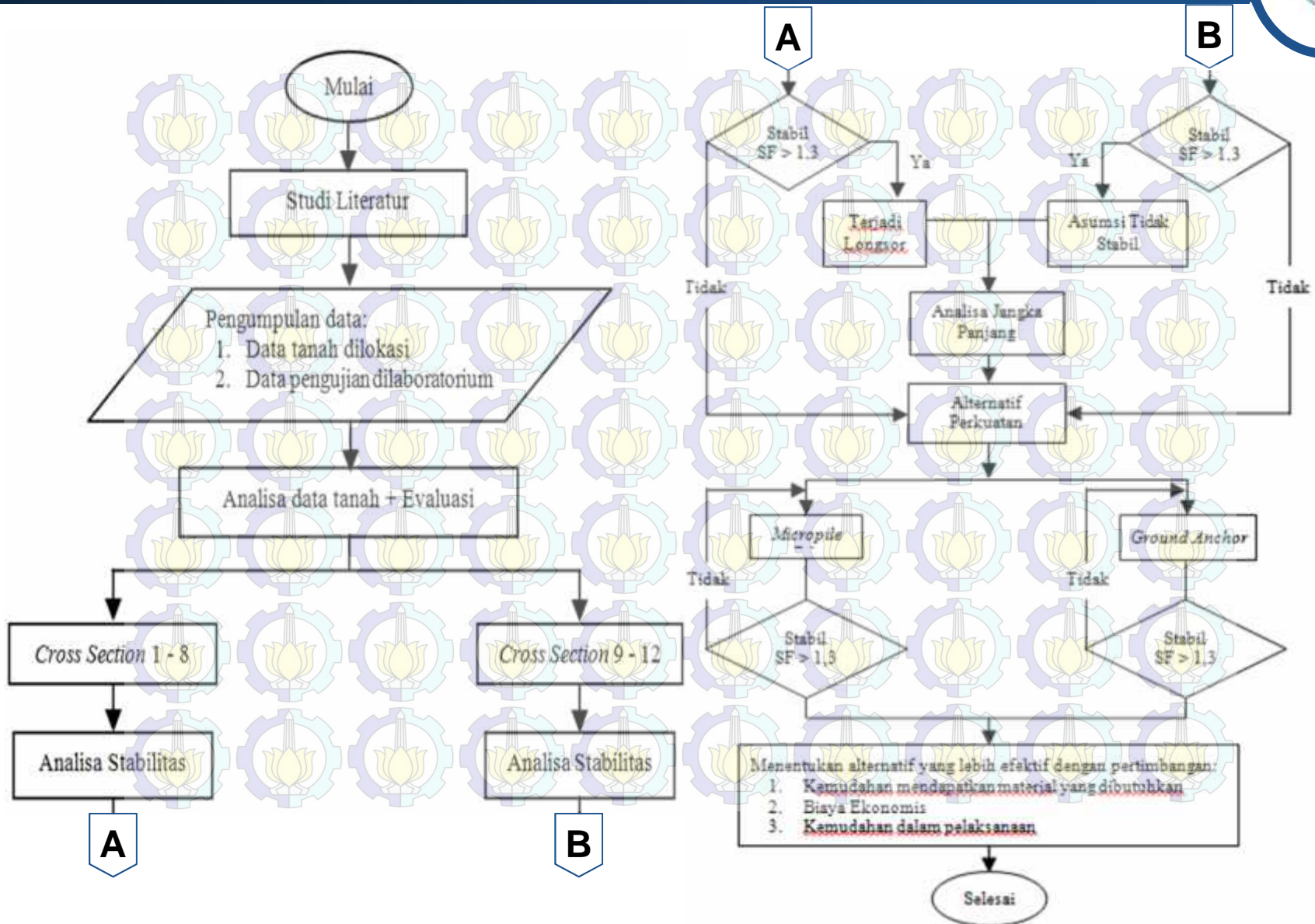
1. Tidak menghitung RAB.
2. Analisis stabilitas lereng dengan asumsi lahan sekitar tidak dipergunakan.

Manfaat:

- ❖ Mengetahui kekuatan tanah dan dapat menentukan jenis alternatif perkuatan tanah yang paling tepat



METODOLOGI





Penyelidikan Lapisan Tanah

❖ Rekapitulasi dari hasil laboratorium

Tabel 4.1 Rekapitulasi tes tanah BH-1

Kedalaman (m)	N spt Koreksi	γ (gram/cm ³)	Strength		qu (kN/m ²)
			ϕ (°)	C (kg/cm ²)	
0 - 8	5	1.76	16	0.324	58.03
8 - 14	27	1.81	20	0.436	65.39
14 - 18	36	1.83	24	0.364	67.00

Tabel 4.2 Rekapitulasi tes tanah BH-2

Kedalaman (m)	N spt Koreksi	γ (gram/cm ³)	Strength		qu (kN/m ²)
			ϕ (°)	C (kg/cm ²)	
0 - 4	6	1.74	15	0.318	56.80
4 - 6	15	1.75	17	0.346	59.26
8 - 10	44	1.77	21	0.406	64.89



Penyelidikan Lapisan Tanah

Hasil rekapitulasi tes tanah didapatkan dari hasil koreksi dan korelasi nilai N spt terhadap tanah kohesif seperti yang terlihat pada Tabel 4.3 berikut:

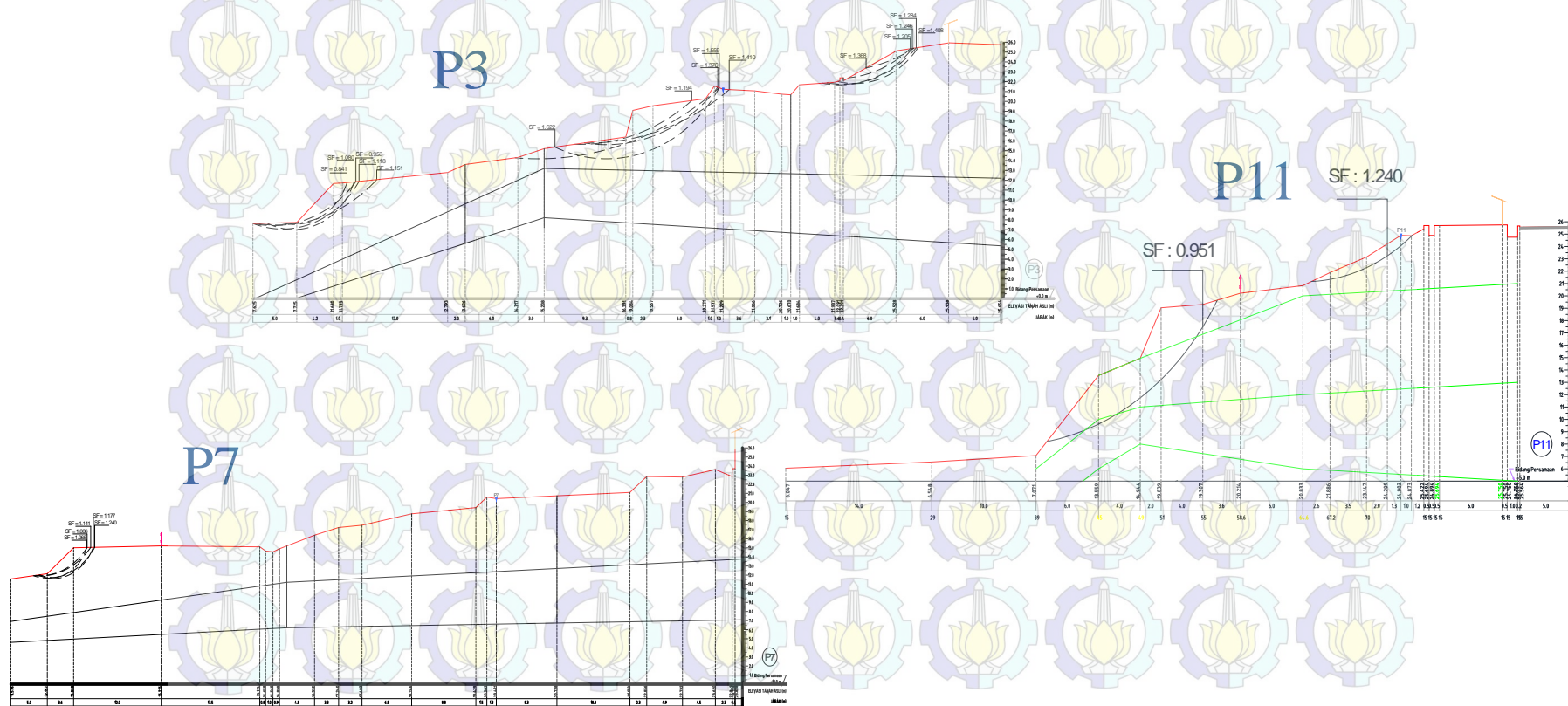
Tabel 4.3 Korelasi nilai N spt terhadap tipe tanah kohesif

Konsistensi tanah	Taksiran harga kekuatan geser undrained, C_u		Taksiran harga SPT, harga N	Taksiran harga tahanan conus, q_c (dari Sondir)	
	kPa	ton/m ²		kg/cm ²	kPa
Sangat lunak (very soft)	0 – 12.5	0 – 1.25	0 – 2.5	0 – 10	0 – 1000
Lunak (soft)	12.5 – 25	1.25 – 2.5	2.5 – 5	10 – 20	1000 – 2000
Menengah (medium)	25 – 50	2.5 – 5	5 – 10	20 – 40	2000 – 4000
Kaku (stiff)	50 – 100	5.0 – 10	10 – 20	40 – 75	4000 – 7500
Sangat kaku (very stiff)	100 – 200	10 – 20	20 – 40	75 – 150	7500 – 15000
Keras (hard)	> 200	> 20	> 40	> 150	> 15000

(sumber : Mochtar, 2012)



Bidang longsor pada lereng P3, P7 dan P11:





➤ Data Tanah Asli

Penentuan parameter tanah yang digunakan adalah dengan memilih nilai N_{Spt} terkritis dari setiap lapisan tanah. Data terkritis diketahui adalah data N_{Spt} pada BH-1.

Tabel 4.4 Data tanah asli yang digunakan untuk menganalisa stabilitas lereng.

Kedalaman (m)	N spt Koreksi	γ (gram/cm ³)	Strength		q_u (kN/m ²)
			ϕ (°)	C (kg/cm ²)	
0 – 8	5	1.76	16	0.324	58.03
8 – 14	27	1.81	20	0.436	65.39
14 – 18	36	1.83	24	0.364	67.00

Pada data tanah asli dilakukan analisa dengan cara membagi lereng menjadi 3 zona untuk P3 dan P7 sedangkan untuk P11 sebanyak 2 zona, seperti terlihat pada Tabel 5.1 berikut:

Tabel 5.1 Hasil analisa DX-Stable terhadap tanah asli dengan SF terkecil

POT	Zona	SF (m)	Radius (m)	MR (kN-m)
3	1	3.611	8.08	6320
3	2	3.836	14.18	12580
3	3	3.854	11.66	15730
7	1	7.219	4.920	1914
7	2	6.056	11.26	12490
7	3	4.841	8.620	7602
11	1	2.026	22.38	46760
11	2	3.123	15.82	20870

SF > 1,3 ➡ Aman



➤ Data Tanah *Behaving Like Sand*

Menurut Mochtar (2014), pada lereng - lereng yang lapuk sudah terjadi retak - retak yang kemungkinan besar terisi lapisan pasir sehingga apabila terjadi kelongsoran sepanjang bidang - bidang yang retak tersebut maka asumsi lapisan tanah seolah - olah dianggap pasir (*behaving like sand*).

Nilai C_u , C' dianggap sama dengan nol dan untuk nilai ϕ dianggap bersifat seperti pasir seperti yang terlihat pada Tabel 4.5 disamping:

Tabel 4.5 Data tanah *behaving like sand*

Kedalaman (m)	N spt Koreksi	γ (gram/cm ³)	Strength		qu (kN/m ²)
			ϕ (°)	C (kg/cm ²)	
0 - 8	5	1.76	26	0	58.03
8 - 14	27	1.81	35	0	65.39
14 - 18	36	1.83	33	0.364	67.00

Di lapangan terjadi longsor di P3 dan P7 dengan lereng yang relatif landai, sedangkan tidak terjadi longsor di P11 dengan lereng yang curam (namun diasumsi longsor). Maka perlu dilakukan koreksi terhadap data tanah asli dengan cara mengasumsi tanah tersebut seolah-olah menyerupai pasir (*behaving like sand*) seperti pada Tabel 5.2 disamping:

Tabel 5.2 Hasil analisa DX Stable terhadap tanah *Behaving Like Sand* dengan SF terkecil

POT	Zona	SF (m)	Radius (m)	MR (kN-m)
3	1	0.841	6.45	428
3	2	1.194	20.52	2151
3	3	1.205	12.66	736
7	1	1.006	8.12	376
7	2	1.670	10.7	148
7	3	1.667	10.82	187
11	1	0.676	118.66	19540
11	2	1.176	46.17	480.2

SF < 1,3 ➡ Tidak aman



➤ Alternatif Perkuatan

Square Pile



Metode cerucuk dengan pemasangan ditanam bentuk tegak vertikal keatas.

Tabel 5.3 Hasil Kebutuhan *Square Pile* 300 x 300 P3 zona 1

No.	SF _{stabilis} (m)	R (m)	MR _{stabilis} (kN-m)	SF _{rencana} (m)	M _{desain} (kN-m)	M _{perhitungan} (kN-m)	ΔMR (Kg-m)	P _{max} (Kg)	n	Ket
(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5) = [(3)/(1)]	(6) = [(4)x(5)]	(7) = [(6)-(3)]x100	(8)	(9)	(10)
1	0.841	6.45	428	1.3	509.27	662	23376	2190.80	1.65	2
2	0.919	8.93	709	1.3	771.38	1003	29390	2190.80	1.50	2
3	0.953	12.3	866	1.3	908.39	1181	31521	2190.80	1.17	2
4	0.971	6.04	518	1.3	533.68	694	17558	2190.80	1.33	2
5	1.080	7.33	895	1.3	828.89	1078	18236	2190.80	1.14	2
6	1.097	9.36	998	1.3	910.12	1183	18475	2190.80	0.90	1
7	1.118	10.3	1246	1.3	1114.49	1449	20284	2190.80	0.90	1
8	1.143	8.04	1123	1.3	982.50	1277	15425	2190.80	0.88	1
9	1.151	16.18	2001	1.3	1738.49	2260	25903	2190.80	0.73	1
10	1.16	9.88	1467	1.3	1264.66	1644	17705	2190.80	0.82	1

Kebutuhan
Terbanyak
2 Buah

Tabel 5.4 Hasil Kebutuhan *Square Pile* 300 x 300 P3 zona 2

No.	SF _{stabilis} (m)	R (m)	MR _{stabilis} (kN-m)	SF _{rencana} (m)	M _{desain} (kN-m)	M _{perhitungan} (kN-m)	ΔMR (Kg-m)	P _{max} (Kg)	n	Ket
(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5) = [(3)/(1)]	(6) = [(4)x(5)]	(7) = [(6)-(3)]x100	(8)	(9)	(10)
1	1.194	20.52	2151	1.3	1801.51	2341.96	19096	2029.40	0.46	1
2	1.338	17.3	2327	1.3	1739.16	2260.91	-6609	2029.40	-0.19	1
3	1.376	16.81	3238	1.3	2353.20	3059.16	-17884	2029.40	-0.52	1
4	1.388	20.12	4019	1.3	2895.53	3761.19	-25481	2029.40	-0.62	1
5	1.41	26.02	4979	1.3	3531.21	4590.57	-38843	2029.40	-0.74	1
6	1.522	11.89	3317	1.3	2179.37	2833.18	-48382	2029.40	-2.01	1
7	1.559	33.26	8143	1.3	5223.22	6790.19	-135281	2029.40	-2.00	1
8	1.61	11.14	3418	1.3	2122.98	2759.88	-65812	2029.40	-2.91	1
9	1.622	15.08	5747	1.3	3543.16	4606.10	-114090	2029.40	-3.73	1
10	1.623	26.81	9316	1.3	5739.99	7461.98	-185402	2029.40	-3.41	1

Kebutuhan
Terbanyak
1 Buah



➤ Alternatif Perkuatan

Tabel 5.5 Hasil Kebutuhan *Square Pile* 300 x 300 P3 zona 3

No.	SF _{stabilis} (m)	R (m)	MR _{stabilis} (kN-m)	SF _{rencana} (m)	M _{doorong} (kN-m)	M _{kebutuhan} (kN-m)	ΔMR (Kg-m)	P _{max} (Kg)	n	Ket
(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5) = [(3)/(1)]	(6) = [(4)x(5)]	(7) = [(6)-(3)]x100	(8)	(9)	(10)
1	1.205	12.66	736	1.3	611.04	794.35	5804.9	1927.91	0.24	1
2	1.229	38.51	959	1.3	780.63	1014.83	5542.5	1927.91	0.07	1
3	1.246	10.61	1029	1.3	825.84	1073.60	4459.6	1927.91	0.22	1
4	1.247	15.33	1188	1.3	952.69	1238.49	5049.2	1927.91	0.17	1
5	1.284	11.95	1275	1.3	992.99	1290.89	1588.8	1927.91	0.07	1
6	1.343	121.5	1905	1.3	1418.47	1844.01	-6099.4	1927.91	-0.03	1
7	1.368	18.13	636	1.3	464.84	604.29	-3160.9	1927.91	-0.09	1
8	1.37	10.52	1422	1.3	1037.96	1349.34	-7265.7	1927.91	-0.36	1
9	1.408	8.92	1088	1.3	772.73	1004.55	-8345.5	1927.91	-0.49	1
10	1.408	32.51	1027	1.3	729.40	948.22	-7877.6	1927.91	-0.13	1

Kebutuhan
Terbanyak
1 Buah

Tabel 5.6 Hasil Kebutuhan *Square Pile* 300 x 300 P7 zona 1

No.	SF _{stabilis} (m)	R (m)	MR _{stabilis} (kN-m)	SF _{rencana} (m)	M _{doorong} (kN-m)	M _{kebutuhan} (kN-m)	ΔMR (Kg-m)	P _{max} (Kg)	n	Ket
(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5) = [(3)/(1)]	(6) = [(4)x(5)]	(7) = [(6)-(3)]x100	(8)	(9)	(10)
1	1.006	8.12	376	1.3	374.06	486.27	10997.2	2190.80	0.62	1
2	1.063	6.57	343	1.3	322.58	419.35	7645.1	2190.80	0.53	1
3	1.092	9.21	520	1.3	475.82	618.57	9897.1	2190.80	0.49	1
4	1.158	7.89	522	1.3	450.35	585.45	6394.9	2190.80	0.37	1
5	1.182	5.05	358	1.3	302.88	393.74	3573.9	2190.80	0.32	1
6	1.204	8.18	629	1.3	522.09	678.72	5012.1	2190.80	0.28	1
7	1.269	7.75	688	1.3	541.81	704.40	1679.7	2190.80	0.10	1
8	1.317	4.81	352	1.3	267.58	347.85	-454.9	2190.80	-0.04	1
9	1.329	6.02	570	1.3	429.19	557.95	-1244.7	2190.80	-0.09	1
10	1.388	6.41	683	1.3	491.79	639.32	-4327.7	2190.80	-0.31	1

Kebutuhan
Terbanyak
1 Buah



➤ Alternatif Perkuatan

Tabel 5.7 Hasil Kebutuhan *Square Pile* 400 x 400 P11 zona 1

No.	SF _{stabil} (m)	R (m)	MR _{stabil} (kN-m)	SF _{rencana} (m)	M _{endorong} (kN-m)	M _{kebutuhan} (kN-m)	ΔMR (Kg-m)	P _{max} (Kg)	n	Ket
(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5) = [(3)/(1)]	(6) = [(4)x(5)]	(7) = [(6)-(3)]x100	(8)	(9)	(10)
1	0.676	118.66	19540	1.3	28905.33	37576.92	1803692.3	3884.40	3.91	4
2	0.924	14.83	3190	1.3	3452.38	4488.10	129809.5	3884.40	2.25	3
3	0.925	16.86	4798	1.3	5187.03	6743.14	194513.5	3884.40	2.97	3
4	0.949	12.50	2888	1.3	3043.20	3956.16	106816.4	3884.40	2.20	3
5	0.951	23.28	10830	1.3	11388.01	14804.42	397441.6	3884.40	4.40	5
6	0.971	19.00	9223	1.3	9498.46	12347.99	312499.2	3884.40	4.23	5
7	1	12.82	3667	1.3	3761.03	4889.33	122233.3	3884.40	2.45	3
8	1	30.4	17100	1.3	17014.93	22119.40	501940.3	3884.40	4.25	5
9	1	19.6	8258	1.3	8001.94	10402.52	214451.9	3884.40	2.82	3
10	1.035	19.31	7719	1.3	7457.97	9695.36	197636.2	3884.40	2.63	3

Kebutuhan
Terbanyak
5 Buah

Tabel 5.8 Hasil Kebutuhan *Square Pile* 300 x 300 P11 zona 2

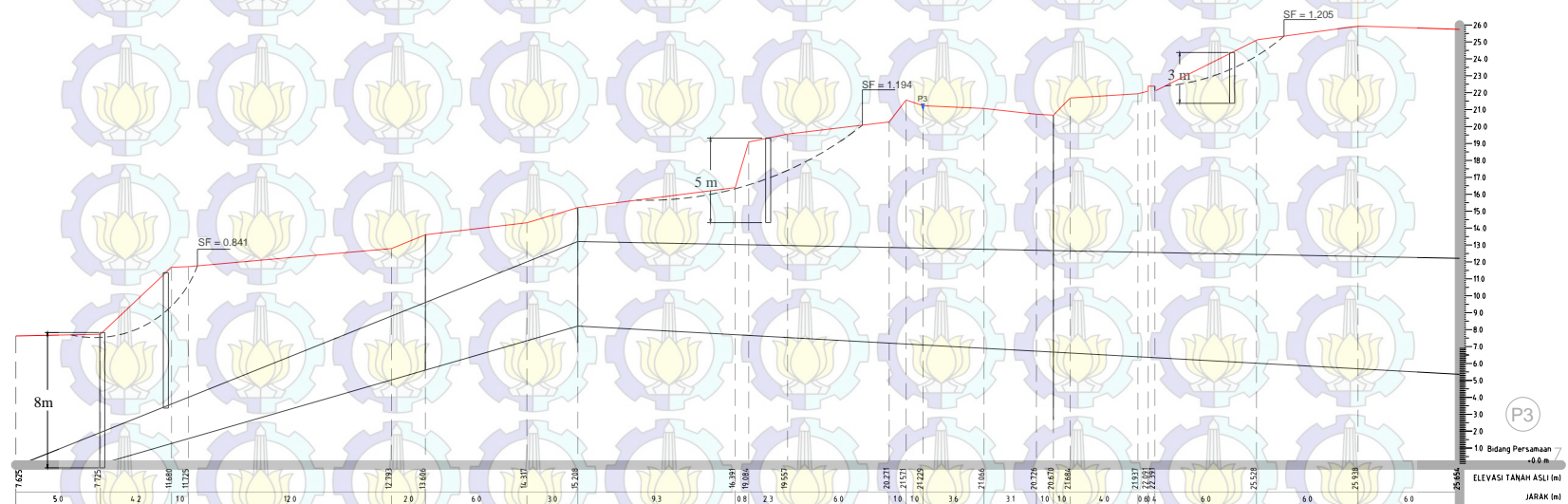
No.	SF _{stabil} (m)	R (m)	MR _{stabil} (kN-m)	SF _{rencana} (m)	M _{endorong} (kN-m)	M _{kebutuhan} (kN-m)	ΔMR (Kg-m)	P _{max} (Kg)	n	Ket
(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5) = [(3)/(1)]	(6) = [(4)x(5)]	(7) = [(6)-(3)]x100	(8)	(9)	(10)
1	1.576	46.17	4811.2	1.3	418.33	541.83	5163.3	1927.91	0.06	1
2	1.24	16.06	865.5	1.3	697.98	907.38	4187.9	1927.91	0.14	1
3	1.300	8.74	545	1.3	418.67	541.67	-333.3	1927.91	-0.02	1
4	1.311	13.86	1321	1.3	1007.63	1309.92	1108.4	1927.91	-0.04	1
5	1.315	24.56	2197	1.3	2213.49	2962.81	1548.6	1927.91	-0.07	1
6	1.319	13.70	1148	1.3	1021.99	1328.38	1041.8	1927.91	0.07	1
7	1.337	22.44	3457	1.3	2583.64	3381.33	1956.9	1927.91	0.22	1
8	1.363	18.74	3021	1.3	2213.19	2877.14	1438.2	1927.91	-0.40	1
9	1.367	5.20	72.4	1.3	52.96	68.84	-354.8	1927.91	-0.04	1
10	1.391	15.27	1676	1.3	1348.67	1753.27	1227.9	1927.91	-0.40	1

Kebutuhan
Terbanyak
1 Buah



➤ Alternatif Perkuatan

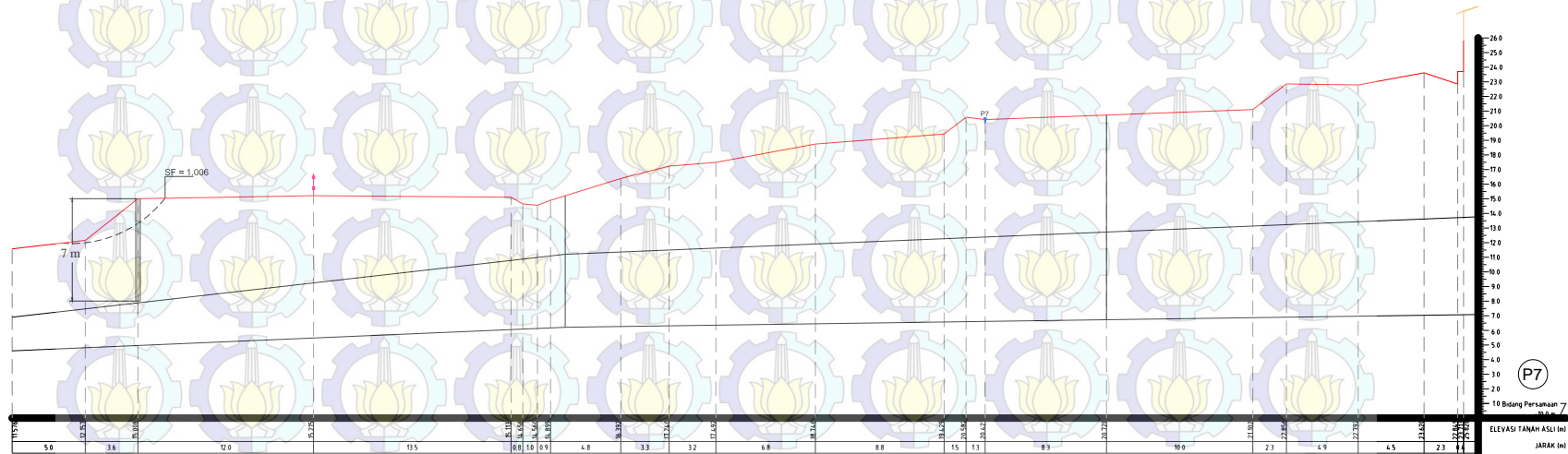
Gambar rencana pemasangan *Square Pile 300 x 300* di P3:





➤ Alternatif Perkuatan

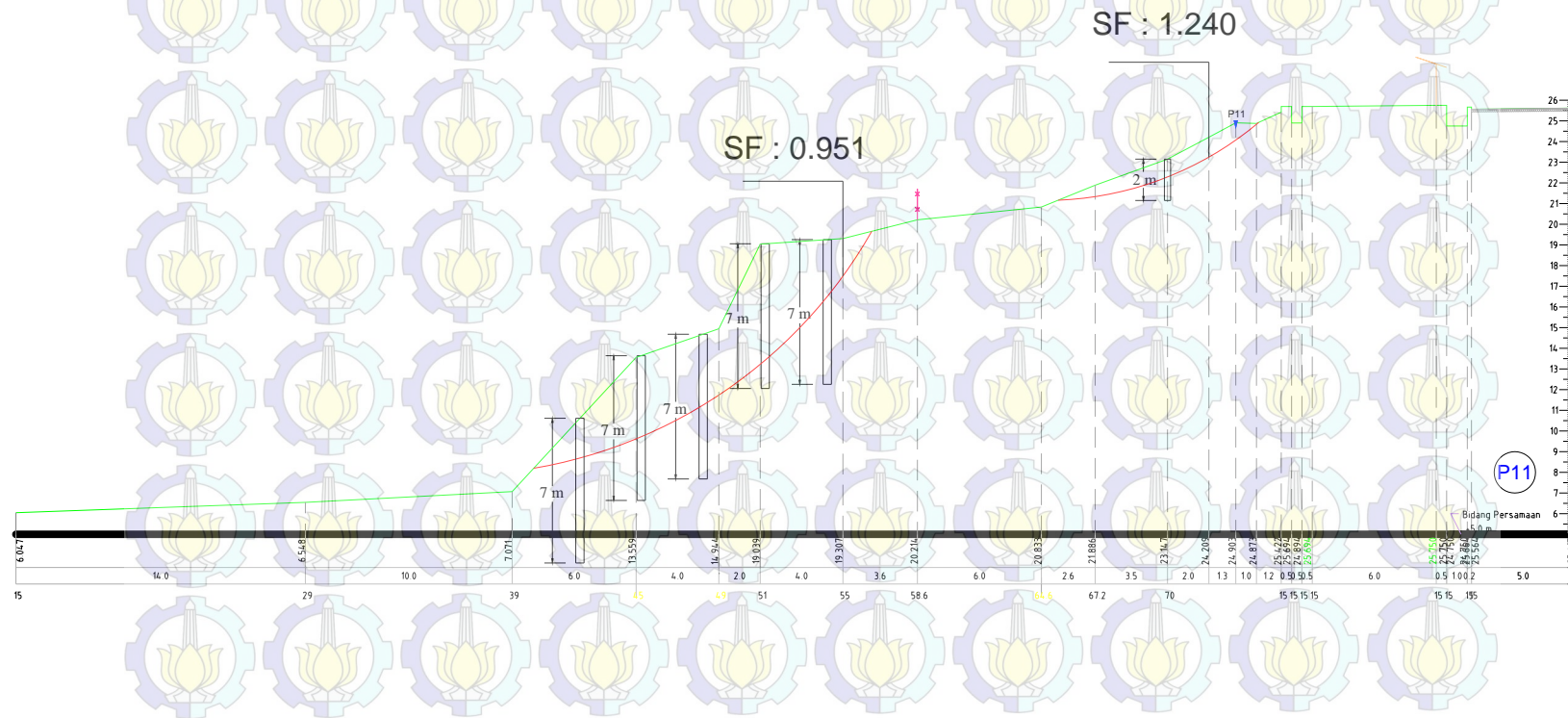
Gambar rencana pemasangan *Square Pile 300 x 300* di P7:





➤ Alternatif Perkuatan

Gambar rencana pemasangan *Square Pile 400 x 400* di P11:



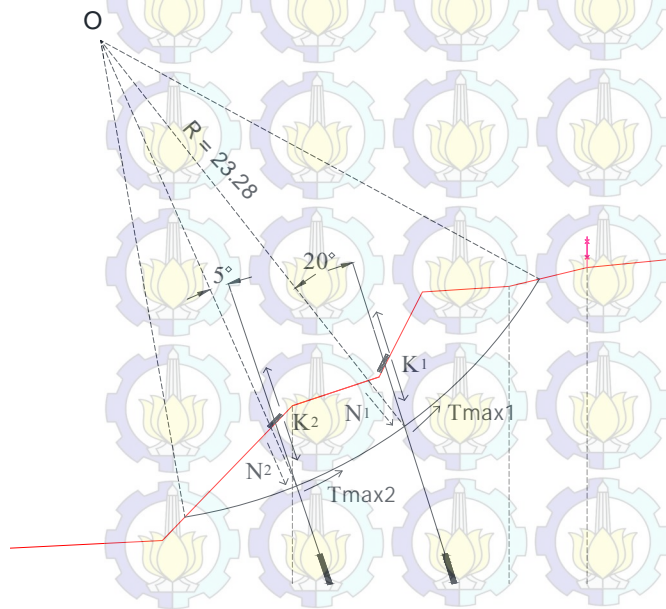


➤ Alternatif Perkuatan

Ground Anchor



Semen dengan kabel baja atau batang baja (bagian yang menahan gaya tarik) dimasukkan ke dalam lubang yang telah di bor, kemudian disertai suatu gaya tarik setelahnya untuk memperkuat konstruksinya.



Gaya - gaya yang terjadi:

Dimana:

R = Panjang jari - jari kelongsoran (meter)

O = Titik pusat rotasi kelongsoran

K = Gaya tarik angkur yang tegak lurus pada bidang lereng (ton)

N = Gaya Normal angkur pada pusat titik kelongsoran, tegak lurus bidang longsor (ton)

T_{max} = Gaya perlawanan terhadap kelongsoran (ton)



➤ Alternatif Perkuatan

Ground Anchor

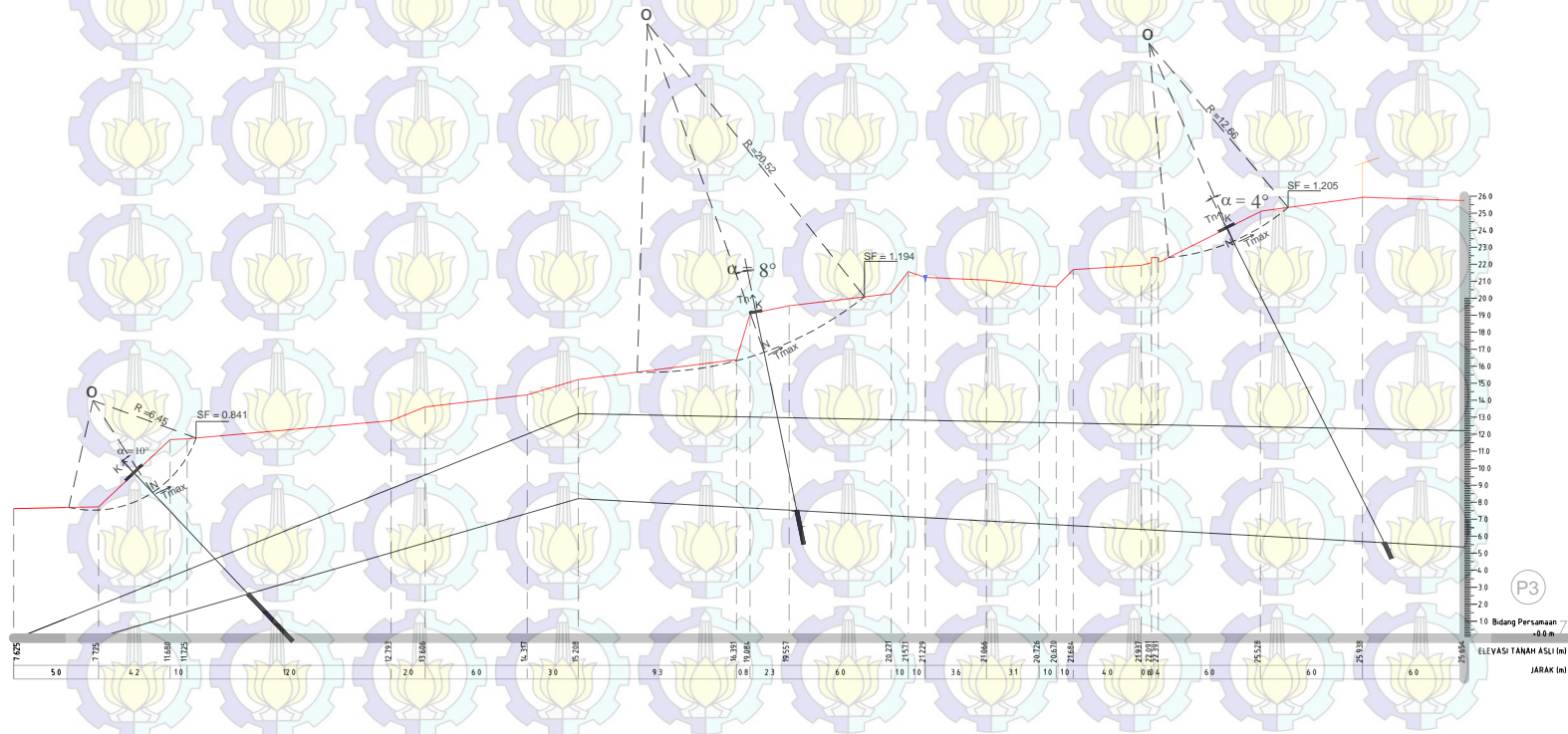
Tabel 5.9 Perhitungan Dimensi dan Jumlah Angkur

Potongan	Zona	Gaya Tarik (K) (Ton)	Panjang Angkur (m)	Diameter Angkur (mm)	Panjang Grouting (m)	Diameter Grouting (m)	Jarak Pemasangan/angkur (m)	Jumlah Angkur (buah)
P3	1	7.545	15	15	3,8	0.2	2	20
	2	1.927	15	8	1	0.2	2	20
	3	1.942	15	8	0.5	0.2	2	20
P7	1	2.781	10	13	1.4	0.2	2	20
P11	1	25.206	15	30	6	0.4	2.5	80
	2	0.534	15	10	1	0.2	2.5	40



➤ Alternatif Perkuatan

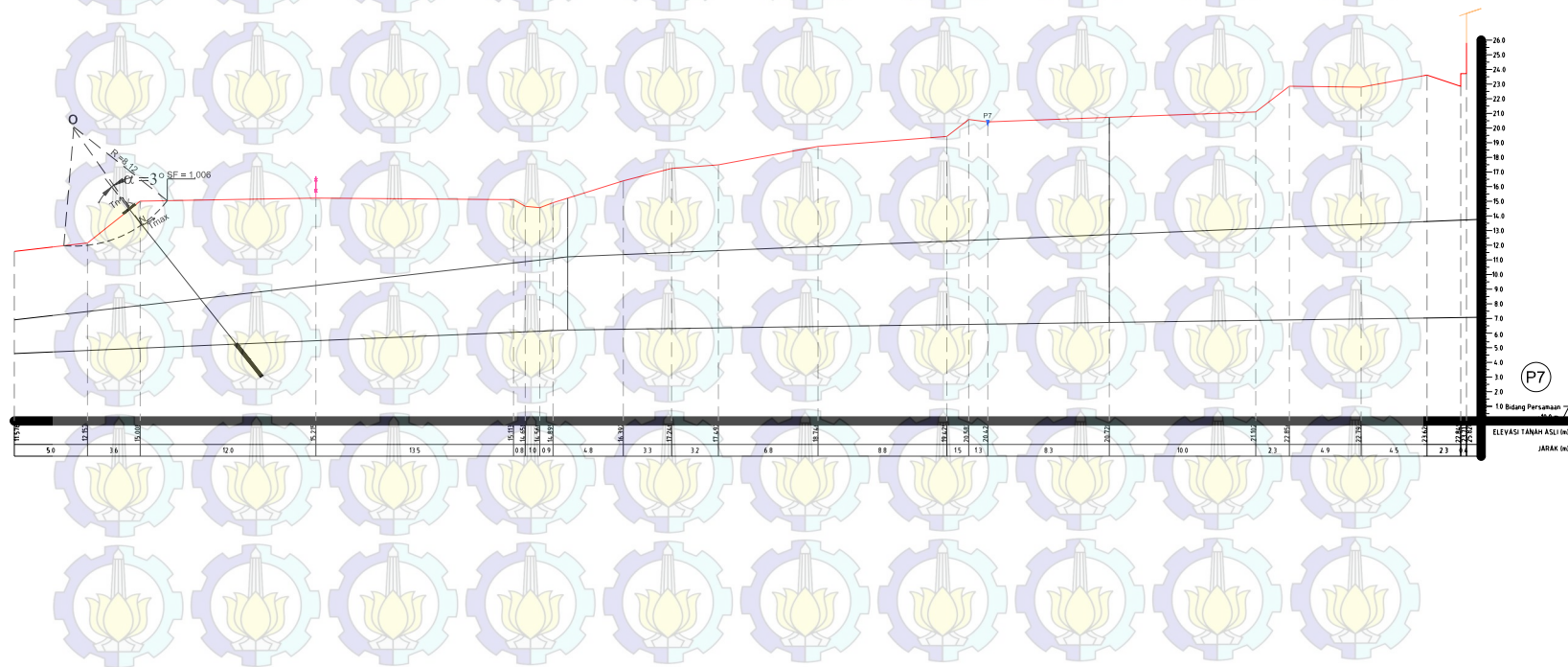
Gambar rencana pemasangan *Ground Anchor* di P3:





➤ Alternatif Perkuatan

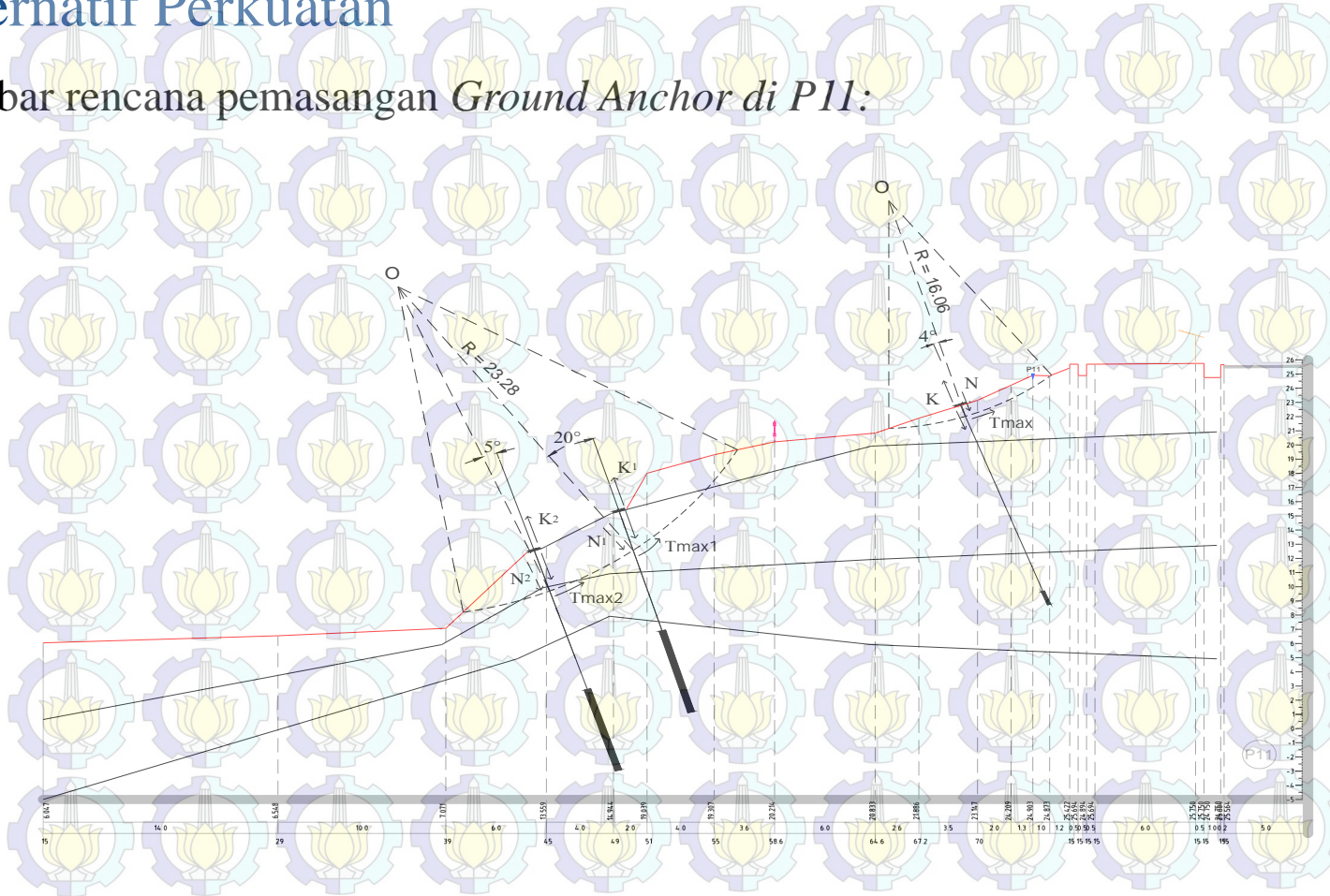
Gambar rencana pemasangan *Ground Anchor* di P7:





➤ Alternatif Perkuatan

Gambar rencana pemasangan *Ground Anchor* di P11:





KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil pengukuran topografi dan hasil penyelidikan tanah berdasarkan harga N-SPT, maka lapisan tanah di lokasi tersebut secara garis besar dapat dibagi menjadi 3 bagian yang jenis lapisan tanahnya didominasi oleh lapisan tanah lempung berlanau, lanau lempung berpasir dan lanau pasir berlempung.
2. Lapis ke 1 dengan ketebalan 8.00 meter, dengan harga SPT berkisar antara 4 - 7 pukulan/*feet*, lapis ke 2 dengan ketebalan rata-rata mencapai 6.00 meter dengan harga SPT berkisar antara 30-35 pukulan/*feet* dan lapis ke 3 terletak dibawah kedalaman -14.00 meter dari muka tanah, lapisan ini cukup keras dan didapatkan sampai dengan kedalaman -18.00 meter dari muka tanah dengan harga SPT 44 - 60 pukulan/*feet*.
3. Stabilitas talud pada lereng dianalisa menggunakan program bantu yaitu *DxStable*. Untuk potongan 3 dan potongan 7 terbagi atas 3 zona sedangkan untuk potongan 11 terbagi atas 2 zona.



4. Setelah dilakukan analisa kestabilan lereng pada daerah potongan 3 dan potongan 7 dengan bentuk lereng yang landai, didapatkan hasil bahwa lereng tersebut sangat stabil. Namun kenyataan di lapangan terjadi kelongsoran. Hal ini bisa disebabkan oleh beberapa faktor, seperti adanya aliran air/ sungai purba pada kedalaman tertentu di bawah permukaan tanah yang menyebabkan tanah tersebut akan tergerus secara berkelanjutan dan dampaknya kestabilan tanah pada lereng menjadi berkurang. Faktor lainnya yaitu peningkatan air pori akibat peningkatan kadar air yang disebabkan oleh hujan. Air hujan terinfiltrasi ke dalam tanah mengakibatkan tanah menjadi jenuh. Hal ini akan meningkatkan muka air tanah serta menurunkan ketahanan tanah di sepanjang bidang gelincir yang akhirnya dapat menyebabkan terjadinya longsor.



5. Penentuan Alternatif

Tabel 5.10 Rekapitulasi biaya untuk *Square Pile*

Type	Pot	Zona	Jumlah (Buah)	Kedalaman (m)	Total Jumlah (Buah)	Harga satuan/m' (Rp)	Harga / Tegak Lurus Gambar (Rp)	Total harga (Rp)
Square Pile 30 x 30	P3	1	2	8	40	Rp185,000.-	Rp 2,960,000	Rp 118,400,000
		2	1	5	20		Rp 925,000	Rp 18,500,000
		3	1	3	20		Rp 555,000	Rp 11,100,000
	P7	1	1	3	20		Rp 555,000	Rp 11,100,000
Square Pile 40 x 40	P11	1	5	7	40	Rp315,000.-	Rp 11,025,000	Rp 441,000,000
Square Pile 30 x 30		2	1	2	40	Rp185,000.-	Rp 370,000	Rp 14,800,000

Tabel 5.11 Rekapitulasi biaya untuk *Ground Anchor*

Type	Pot	Zona	Jumlah (Titik)	Grouting		Anchor	Harga / 1 titik angkur (Rp)	Total harga (Rp)
Ground Anchor	P3	1	20	D (m)	L (m)	L (m)	Rp 4,512,980.-	Rp 90,259,600.-
		2	20	0.2	1	15	Rp 1,153,900.-	Rp 23,078,000.-
		3	20	0.2	0.5	15	Rp 1,080,550.-	Rp 21,611,000.-
	P7	1	20	0.2	1.4	10	Rp 2,144,940.-	Rp 42,898,800.-
	P11	1	80	0.4	6	15	Rp 17,777,373.-	Rp 1,422,189,840.-
		2	40	0.2	1	15	Rp 1,896,724.-	Rp 75,868,956.-



Dari hasil yang telah dianalisa berdasarkan volume kebutuhan untuk perkuatan lereng maka dapat dilihat bahwa hasil yang paling ekonomis untuk potongan 3 dan 7 adalah perencanaan *Square Pile* 300 x 300, sedangkan pada potongan 11 zona 1 adalah perencanaan dengan *Square Pile* 400 x 400, untuk zona 2 adalah perencanaan dengan *Square Pile* 300 x 300.



- Bowles, J.E. 1991. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Jakarta: Erlangga.
- Das, Braja M., (translated by Mochtar N.E, and Mochtar I.B.). 1985. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik) Jilid I*. Jakarta: Erlangga.
- Das, Braja M., (translated by Mochtar N.E, and Mochtar I.B.). 1985. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik) Jilid II*. Jakarta: Erlangga.
- Hardiyatmo, Hary Christady, 2007, *Mekanika Tanah 1*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, Hary Christady, 2007, *Mekanika Tanah 2*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Mochtar, Indrasurya B. 2000. *Teknologi Perbaikan Tanah dan Alternatif Perencanaan pada Tanah Bermasalah (problematic soil)*. FTSP ITS, Surabaya.
- Mochtar, Noor Endah, 2012, *Modul Ajar Metode Perbaikan Tanah*, itspress, Surabaya
- Wahjudi, Herman, 1999, *Daya Dukung Pondasi Dalam*. FTSP ITS, Surabaya.



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember



TERIMA KASIH

